

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-022084
(43)Date of publication of application : 24.01.2003

(51)Int.Cl.

G10L 11/02
G10L 15/04

(21)Application number : 2001-209813
(22)Date of filing : 10.07.2001

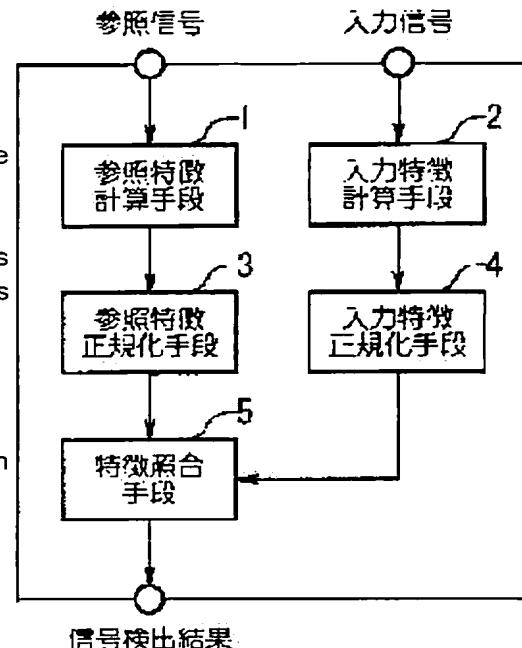
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
(72)Inventor : KUROZUMI TAKAYUKI
KAYANO KUNIO
MURASE HIROSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR SIGNAL DETECTION, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a signal detecting method which detects a part similar to a reference signal in an input signal and which is versatile and robust against feature distortion.

SOLUTION: A reference feature computing means 1 computes reference features on the basis of a reference signal. An input feature computing means 2 computes input features on the basis of an input signal. A reference feature normalizing means 3 normalizes the reference features to be normalized by using statistics of circumferential reference features on the basis of the computed reference features to find reference normalized features. An input feature normalizing means 4 normalizes the input features to be normalized by using statistics of circumferential input features on the basis of the computed input features to find input normalized features. A feature matching means finds similarities between the input normalized features and reference normalized features by sections in the input normalized features. On the basis of the found similarities, a section which is similar to the reference signal in the input signal is detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3746690

[Date of registration] 02.12.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-22084

(P2003-22084A)

(43)公開日 平成15年1月24日 (2003.1.24)

(51)Int.Cl.⁷

G 1 0 L 11/02
15/04

識別記号

F I

G 1 0 L 3/00

テ-マコ-ト⁸ (参考)

5 1 3 C 5 D 0 1 5

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-209813(P2001-209813)

(22)出願日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 黒住 隆行

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 柏野 邦夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外2名)

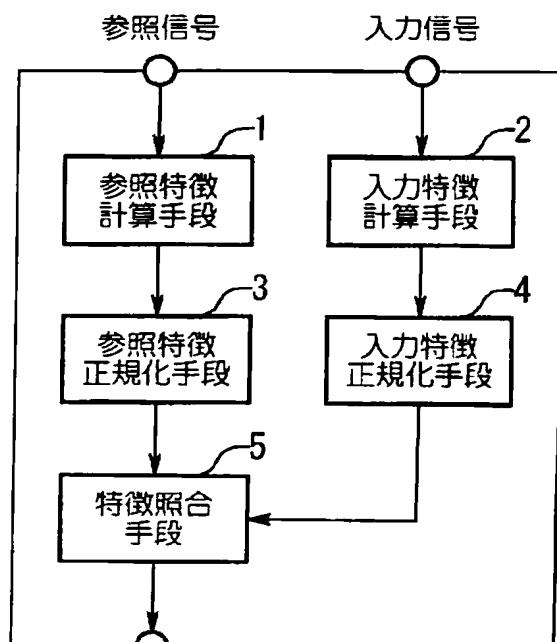
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 信号検出方法及び装置、プログラムならびに記録媒体

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 入力信号内において参照信号と類似の部分を検出する信号検出方法において、汎用的で特徴ひずみに頑健な信号検出方法を提供する。

【解決手段】 参照特徴計算手段1は、参照信号を基に参照特徴を計算する。入力特徴計算手段2は、入力信号を基に入力特徴を計算する。参照特徴正規化手段3は、計算された参照特徴を基に、周辺の参照特徴の統計量を用いて正規化対象の参照特徴を正規化し、参照正規化特徴を求める。入力特徴正規化手段4は、計算された入力特徴を基に、周辺の入力特徴の統計量を用いて正規化対象の入力特徴を正規化し、入力正規化特徴を求める。特徴照合手段は、入力正規化特徴中の区間ごとに、その区間における入力正規化特徴と参照正規化特徴との類似度を求める。そして、求められたこの類似度を基に、入力信号内において参照信号に類似している区間が検出される。



信号検出結果

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力時系列信号から、該入力時系列信号よりも短い参照時系列信号に類似した部分を探し出す信号検出方法であって、
前記参照時系列信号から、特徴ベクトルからなる参照特徴を導く参照特徴計算過程と、
前記入力時系列信号から、特徴ベクトルからなる入力特徴を導く入力特徴計算過程と、
前記参照特徴を正規化する処理により参照正規化特徴を導く参照正規化過程と、
前記入力特徴を正規化する処理により入力正規化特徴を導く入力正規化過程と、
前記入力正規化特徴中に照合区間を設定し、前記参照正規化特徴と、前記入力正規化特徴中の該照合区間のそれから類似度を計算する特徴照合過程とを含み、前記入力正規化特徴中の照合区間を変えながら前記特徴照合過程の処理を行い、各々の照合区間において計算された前記類似度から参照正規化特徴と類似する入力正規化特徴の箇所を検出することを特徴とする信号検出方法。

【請求項2】 前記参照特徴正規化過程においては、記憶装置から前記参照特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、その周辺の参照特徴から導かれる特徴量を用いて、ベクトルの要素ごとに独立に正規化した参照正規化特徴を導いて、この参照正規化特徴の特徴ベクトルを記憶装置に書き込むものであり、
前記入力特徴正規化過程においては、記憶装置から前記参照特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、その周辺の入力特徴から導かれる特徴量を用いて、ベクトルの要素ごとに独立に正規化した入力正規化特徴を導いて、この入力正規化特徴の特徴ベクトルを記憶装置に書き込むものであり、

前記特徴照合過程においては、前記参照特徴正規化過程において前記記憶装置に書き込まれた参照正規化特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、前記入力特徴正規化過程において前記記憶装置に書き込まれた入力正規化特徴の該設定区間の特徴ベクトルを読み出して、前記類似度を計算することを特徴とする請求項1に記載の信号検出方法。

【請求項3】 前記参照特徴正規化過程及び前記入力特徴正規化過程においては、それぞれ正規化処理対象の特徴ベクトルと周辺の特徴ベクトルからベクトルの要素毎に平均値と標準偏差を求め、この正規化処理対象の特徴ベクトルの要素毎に前記平均値を差し引き、前記標準偏差で割った値からなる特徴ベクトルを正規化特徴することを特徴とする請求項1又は2に記載の信号検出方法。

【請求項4】 前記参照特徴正規化過程において計算された参照正規化特徴及び前記入力特徴正規化過程において計算された入力正規化特徴の少なくともいずれか一方に対して所定の変換処理を行う変換過程を有することを

特徴とする請求項1から3までのいずれかに記載の信号検出方法。

【請求項5】 前記変換過程における前記変換処理として線形変換を行うことを特徴とする請求項4に記載の信号検出方法。

【請求項6】 特徴ひずみによる変動の少ない特徴への変換を前もって学習処理によって求める学習過程を有しております、
前記変換過程では、前記学習処理の結果得られる変換を用いて前記変換処理を行うことを特徴とする請求項4又は5に記載の信号検出方法。

【請求項7】 前記学習過程では、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を前記原信号のまわりの二次モーメントを全信号対における和で割った値を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求めるることを特徴とする請求項6に記載の信号検出方法。

【請求項8】 前記学習過程では、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求めるることを特徴とする請求項6に記載の信号検出方法。

【請求項9】 前記参照時系列信号及び前記入力時系列信号に映像信号を用いることを特徴とする請求項1から8までのいずれかに記載の信号検出方法。

【請求項10】 前記参照時系列信号及び前記入力時系列信号に音響信号を用いることを特徴とする請求項1から8までのいずれかに記載の信号検出方法。

【請求項11】 請求項1から10までのいずれかに記載の信号検出方法の各過程の処理をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項12】 請求項1から10までのいずれかに記載の信号検出方法の各過程の処理をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

【請求項13】 入力信号から、該入力信号よりも短い参照信号に類似した部分を検出する信号検出装置であって、
前記参照信号を読み取り、この参照信号から参照特徴を抽出する参照特徴計算手段と、

前記参照特徴を基に正規化処理を行うことによって参照正規化特徴を導く参照特徴正規化手段と、
前記入力信号を読み取り、この入力信号から入力特徴を抽出する入力特徴計算手段と、

前記入力特徴を基に正規化処理を行うことによって入力正規化特徴を導く入力特徴正規化手段と、照合区間における前記入力正規化特徴と前記参照正規化特徴との類似度を計算する特徴照合手段とを備え、前記特徴照合手段によって計算される前記類似度を基に、前記入力信号中で前記参照信号に類似する箇所を検出することを特徴とする信号検出装置。

【請求項14】前記参照特徴正規化手段によって導かれた参照正規化特徴に所定の変換処理を行う参照特徴変換手段と、前記入力特徴正規化手段によって導かれた入力正規化特徴に所定の変換処理を行う入力特徴変換手段とを備え、前記特徴照合手段は、前記参照特徴変換手段によって変換処理を行った後の参照正規化特徴と、前記入力特徴変換手段によって変換処理を行った後の入力正規化特徴とを用いて前記類似度を計算することを特徴とする請求項13に記載の信号検出装置。

【請求項15】特徴ひずみによる変動の少ない特徴への変換を前もって学習処理によって求める学習手段を備えており、

前記参照特徴変換手段は、前記参照正規化特徴に対して前記学習手段によって求められた前記変換の処理を行い、

前記入力特徴変換手段は、前記入力正規化特徴に対して前記学習手段によって求められた前記変換の処理を行うことを特徴とする請求項14に記載の信号検出装置。

【請求項16】前記学習手段は、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を前記原信号のまわりの二次モーメントを全信号対における和で割った値を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求めることが特徴とする請求項15に記載の信号検出装置。

【請求項17】前記学習手段は、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求めることが特徴とする請求項15に記載の信号検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】入力信号内において参照信号と類似した部分を検出する信号検出方法およびその装置に関する。特に、例えば映像信号や音響信号などといった入力時系列信号の中から、入力時系列信号よりも短い

参照時系列信号と類似した部分を検出する信号検出方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、信号検出方法に関しては、特許第3065314号「高速信号検出法、装置およびその記録媒体」のように、あらかじめ登録した音響信号と類似した音響信号の場所を探し出す音響信号検出方法が知られている。しかし、この方法では、参照時系列信号、または入力時系列信号のノイズによる特徴ひずみが少ないことが想定されており、特徴ひずみが激しい場合、探索精度が低下する可能性があるという欠点があった。

【0003】また、本願発明者らは、変動付加過程を設けることによって特徴ひずみに対して頑健な信号検出を行う方法を発明し、既に特許出願を行っている。また、注目領域全体のパワーを用いて正規化することで、特徴ひずみに対して頑健な信号検出を行う方法もある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した変動付加過程を設ける方法においては、複数の特徴ひずみを考慮する場合、複数の参照特徴を用意しなければならないという欠点があった。また、上述した注目領域全体のパワーを用いて正規化する方法においては、周波数特性が変化した場合、探索精度が低下するという欠点があった。

【0005】本発明は、以上のような事情を考慮してなされたものであり、従来の方法よりも特徴ひずみに頑健な信号検出の処理手段を提供するとともに、従来の方法よりも汎用的に特徴ひずみに頑健な信号検出の処理手段を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明は、入力時系列信号から、該入力時系列信号よりも短い参照時系列信号に類似した部分を探し出す信号検出方法であって、前記参照時系列信号から、特徴ベクトルからなる参照特徴を導く参照特徴計算過程と、前記入力時系列信号から、特徴ベクトルからなる入力特徴を導く入力特徴計算過程と、前記参照特徴を正規化する処理により参照正規化特徴を導く参照特徴正規化過程と、前記入力特徴を正規化する処理により入力正規化特徴を導く入力特徴正規化過程と、前記入力正規化特徴中に照合区間を設定し、前記参照正規化特徴と、前記入力正規化特徴中の該照合区間のそれぞれから類似度を計算する特徴照合過程とを含み、前記入力正規化特徴中の照合区間をえながら前記特徴照合過程の処理を行い、各々の照合区間において計算された前記類似度から参照正規化特徴と類似する入力正規化特徴の箇所を検出することを特徴とする信号検出方法を要旨とする。

【0007】また、本発明の信号検出方法は、前記参照特徴正規化過程においては、記憶装置から前記参照特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、その周辺の参照特徴から導かれる特徴量を用いて、ベクトルの要素ごとに

独立に正規化した参照正規化特徴を導いて、この参照正規化特徴の特徴ベクトルを記憶装置に書き込むものであり、前記入力特徴正規化過程においては、記憶装置から前記参照特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、その周辺の入力特徴から導かれる特微量を用いて、ベクトルの要素ごとに独立に正規化した入力正規化特徴を導いて、この入力正規化特徴の特徴ベクトルを記憶装置に書き込むものであり、前記特徴照合過程においては、前記参照特徴正規化過程において前記記憶装置に書き込まれた参照正規化特徴の特徴ベクトルを読み出すとともに、前記入力特徴正規化過程において前記記憶装置に書き込まれた入力正規化特徴の当該設定区間の特徴ベクトルを読み出して、前記類似度を計算することを特徴とする。

【0008】また、本発明の信号検出方法は、前記参照特徴正規化過程及び前記入力特徴正規化過程においては、それぞれ正規化処理対象の特徴ベクトルと周辺の特徴ベクトルからベクトルの要素毎に平均値と標準偏差を求め、この正規化処理対象の特徴ベクトルの要素毎に前記平均値を差し引き、前記標準偏差で割った値からなる特徴ベクトルを正規化特徴とすることを特徴とするものである。

【0009】また、本発明の信号検出方法は、前記参照特徴正規化過程において計算された参照正規化特徴及び前記入力特徴正規化過程において計算された入力正規化特徴の少なくともいずれか一方に対して所定の変換処理を行う変換過程を有することを特徴とするものである。

【0010】また、本発明の信号検出方法では、前記変換過程における前記変換処理として線形変換を行うことを特徴とする。

【0011】また、本発明の信号検出方法は、特徴ひずみによる変動の少ない特徴への変換を前もって学習処理によって求める学習過程を有しており、前記変換過程では、前記学習処理の結果得られる変換を用いて前記変換処理を行うことを特徴とする。

【0012】また、本発明の信号検出方法は、前記学習過程では、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を前記原信号のまわりの二次モーメントを全信号対における和で割った値を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求ることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の信号検出方法は、前記学習過程では、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級

間分散を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求ることを特徴とするものである。

【0014】また、本発明の信号検出方法は、前記参照時系列信号及び前記入力時系列信号に映像信号を用いることを特徴とするものである。

【0015】また、本発明の信号検出方法は、前記参照時系列信号及び前記入力時系列信号に音響信号を用いることを特徴とするものである。

【0016】また、本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、上記の信号検出方法の各過程の処理をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録したものである。

【0017】また、本発明のコンピュータプログラムは、上記の信号検出方法の各過程の処理をコンピュータに実行せるものである。

【0018】また、本発明の信号検出装置は、入力信号から、該入力信号よりも短い参照信号に類似した部分を検出するものであって、前記参照信号を読み取り、この参照信号から参照特徴を抽出する参照特徴計算手段と、前記参照特徴を基に正規化処理を行うことによって参照正規化特徴を導く参照特徴正規化手段と、前記入力信号を読み取り、この入力信号から入力特徴を抽出する入力特徴計算手段と、前記入力特徴を基に正規化処理を行うことによって入力正規化特徴を導く入力特徴正規化手段と、照合区間における前記入力正規化特徴と前記参照正規化特徴との類似度を計算する特徴照合手段とを備え、前記特徴照合手段によって計算される前記類似度を基に、前記入力信号中で前記参照信号に類似する箇所を検出することを特徴とするものである。

【0019】また、本発明の信号検出装置は、前記参照特徴正規化手段によって導かれた参照正規化特徴に所定の変換処理を行う参照特徴変換手段と、前記入力特徴正規化手段によって導かれた入力正規化特徴に所定の変換処理を行う入力特徴変換手段とを備え、前記特徴照合手段は、前記参照特徴変換手段によって変換処理を行った後の参照正規化特徴と、前記入力特徴変換手段によって変換処理を行った後の入力正規化特徴とを用いて前記類似度を計算することを特徴とするものである。

【0020】また、本発明の信号検出装置は、特徴ひずみによる変動の少ない特徴への変換を前もって学習処理によって求める学習手段を備えており、前記参照特徴変換手段は、前記参照正規化特徴に対して前記学習手段によって求められた前記変換の処理を行い、前記入力特徴変換手段は、前記入力正規化特徴に対して前記学習手段によって求められた前記変換の処理を行うことを特徴とするものである。

【0021】また、本発明の信号検出装置においては、前記学習手段は、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間

の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を前記原信号のまわりの二次モーメントを全信号対における和で割った値を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求ることを特徴とする。

【0022】また、本発明の信号検出装置においては、前記学習手段は、特徴ひずみのない原信号と、該原信号に特徴ひずみが加えられた1つまたは複数のひずみ信号とを基に、前記原信号と前記ひずみ信号の対応する区間の信号を切り取って得られる信号対を複数作成し、前記原信号と前記ひずみ信号から導かれる変換後の前記信号対の級間分散を評価関数としたときに該評価関数が最大となる変換係数を求ることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【0024】<第1の実施形態>図1は、本発明の第1の実施形態であり、音響信号を対象とする特徴ひずみに頑健な信号検出装置の構成を示すブロック図である。図1に示す信号検出装置は、音響信号を対象とする特徴ひずみに頑健な信号検出を実現するものであり、参照特徴計算手段1と、入力特徴計算手段2と、参照特徴正規化手段3と、入力特徴正規化手段4と、特徴照合手段5で構成され、参照時系列信号すなわち検索したい音響信号と、入力時系列信号すなわち検索される音響信号を入力とし、参照時系列信号との類似した入力時系列信号中の箇所を出力する。

【0025】参照特徴計算手段1は、参照時系列信号から、特徴ベクトルからなる参照特徴を導くものである。入力特徴計算手段2は、入力時系列信号から、特徴ベクトルからなる入力特徴を導くものである。参照特徴正規化手段3は、前記参照特徴から、周辺の参照特徴から導いた統計量を用いて特徴ベクトルの各要素ごと独立に正規化した参照正規化特徴を導くものである。入力特徴正規化手段4は、前記入力特徴から、周辺の入力特徴から導いた統計量を用いて特徴ベクトルの各要素ごと独立に正規化した入力正規化特徴を導くものである。特徴照合手段5は、前記入力正規化特徴中に照合区間を設定し、前記参照正規化特徴と、前記入力正規化特徴中の該照合区間のそれから類似度を計算するものである。

【0026】次に、上述した参照特徴計算手段1～特徴照合手段5における処理内容を具体的に説明する。図2は、図1に示した特徴ひずみに頑健な信号検出装置の動作を示すフローチャートである。以下、このフローチャートに沿って説明する。参照特徴計算手段1は、はじめに、与えられた参照時系列信号を読み込む（ステップS1）。次に、読み込んだ参照時系列信号に対して特徴抽出を行う（ステップS2）。

【0027】本実施形態では、特徴として音響信号のフ

ーリエ変換の振幅成分を用いる。例えば、実環境中で流れるCDの音響信号から携帯端末で受音した5秒程度の音響信号を探索したい場合、特徴抽出の具体的な設定を次のようにすると、良い結果が得られる。すなわち、周波数8000Hz（ヘルツ）で標本化した音響信号の1秒の区間をフーリエ変換し、0～4000Hzを等間隔に20区間に分割し、各区間内での振幅成分の平均パワーからなる20次元のベクトルを抽出する。また、前記特徴ベクトルは0.1秒毎に抽出する。

【0028】本実施形態とは別に、特徴として映像信号の縮小画像を用いることもできる。例えば、テレビの放送信号から15秒程度の映像信号を探索したい場合、特徴抽出の具体的な設定を次のようにすると、良い結果が得られる。すなわち、1フレームの画像を横に4等分割、縦に3等分割し、12個の領域を設け、各領域内でRGB（赤、緑、青の三原色）それぞれについて画素値を平均する。前記12個の領域のRGBそれぞれの平均画素値からなる36次元ベクトルを特徴ベクトルとする。この場合、前記特徴ベクトルは1フレーム毎に得られる。

【0029】入力特徴計算手段2は、はじめに、入力信号を読み込む（ステップS3）。次に、読み込んだ入力信号に対して特徴抽出を行う（ステップS4）。特徴抽出は、前記参照特徴計算手段1において行ったものと同様の操作を行う。

【0030】参照特徴正規化手段3では、はじめに、参照特徴計算手段1により得られた参照特徴を読み込む。次に参照特徴の特徴ベクトルの各要素毎に、ある一定区画の平均値と標準偏差を求める。例えば、該特徴ベクトルの前後1秒間の区画の特徴ベクトルに対して、平均値と標準偏差を求める。次に、該特徴ベクトルから該平均値を差し引き、該標準偏差で割った値を要素にもつ特徴ベクトルを参照正規化特徴とする（以上、ステップS5）。

【0031】入力特徴正規化手段4では、はじめに、入力特徴計算手段2により得られた入力特徴を読み込む。次に、読み込んだ入力特徴に対して正規化を行う。正規化は、前記参照特徴正規化手段3において行ったものと同様の操作を行う（以上、ステップS6）。

【0032】特徴照合手段5では、はじめに、参照特徴正規化手段3及び入力特徴正規化手段4により得られた参照正規化特徴及び入力正規化特徴を読み込む。続いて、入力正規化特徴に対して参照特徴正規化手段3で与えられた参照正規化特徴と同じ長さの照合区間を設定する。次に、参照正規化特徴と入力正規化特徴の照合区間内の類似度を計算する。ここでは、類似度としてユークリッド距離を用いる。例えば、参照正規化特徴が5秒の長さの場合、参照正規化特徴のベクトルを1秒ごとに5つ抽出し、それらからなる100次元を照合に用いるベクトルとする。つまり、音響信号をフーリエ変換するこ

とによって得た特徴ベクトルが20次元であるので、そのベクトル5つ分(5秒分)で100次元となる。

【0033】照合箇所は入力正規化特徴の先頭からずらしながら照合する。最後まで照合した後、ユークリッド距離が最も小さい箇所を探索結果として出力する。つまり、特徴照合手段5は、入力信号の位置を初期化するとともに最短距離を初期化し(ステップS7)、参照信号と現位置における入力信号とを基にベクトル間のユークリッド距離を算出し(ステップS8)、算出された距離が最短距離より小さいか否かを判定し(ステップS9)、小さければ最短距離を更新し(ステップS10)、小さくなければステップS10の処理をスキップする。そして、入力信号が終了したか否かを判定し(ステップS11)、まだ終了していなければ、入力信号の位置をずらして(ステップS12)、ステップS8の処理へ戻る。ステップS11の判定において入力信号が終了していたなら、結果を出力して(ステップS13)、全体の処理を終える。

【0034】なお、探索結果は、事前にユークリッド距離のしきい値を与えられていた場合、しきい値を下回るもののみ出力することもできる。これにより、入力信号中に参照信号にマッチする音響信号が存在しない場合には、結果を出力しないようにすることができる。また、ユークリッド距離の上位N位までを出力するようにすることも可能である。これにより、入力信号中に参照信号にマッチする可能性のある箇所が複数存在する場合にも、それら複数の候補を出力することができる。

【0035】<第2の実施形態>次に説明する第2の実施形態は、前記第1の実施形態に更に、変換手段を付加したものである。図3は、本発明の第2の実施形態であり、音響信号を対象とする特徴ひずみに頑健な信号検出装置の構成を示すブロック図である。図3に示した参照特徴変換手段6及び入力特徴変換手段7は、参照時系列信号及び入力時系列信号から計算された正規化特徴に対して変換を行う。

【0036】次に、上述した参照特徴変換手段6及び入力特徴変換手段7における処理を具体的に説明する。図4は、図3に示した特徴ひずみに頑健な信号検出装置の動作を示すフローチャートである。このフローチャートにおいて、ステップS21からS26までの処理は、図2に示したステップS1からS6までの処理と同じである。

$$A\phi = \lambda B\phi$$

【0042】

$$A = \sum_{i=1}^M (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})' \quad \dots (2)$$

$$(\bar{x} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i, \quad \bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij})$$

る。

【0037】そして、参照特徴変換手段6は、はじめに前記参照特徴正規化手段3により得られた参照正規化特徴を読み込み、次に、前記参照正規化特徴の線形変換を行う(ステップS27)。例えば、全20次元のベクトルにおける4次元ずつの和をとり、5次元のベクトルに変換する。また、入力特徴変換手段7は、はじめに前記入力特徴正規化手段4により得られた入力正規化特徴を読み込み、次に、上の参照特徴変換手段6による処理と同様の線形変換を行う(ステップS28)。また、図4のステップS29からS35までの処理は、図2に示したステップS7からS13までの処理と同様である。

【0038】<第3の実施形態>次に説明する第3の実施形態は、前記第2の実施形態に更に学習手段を有する形態である。図5は、本発明の第3の実施形態であり、音響信号を対象とする特徴ひずみに頑健な信号検出装置の一実施形態を示すブロック図である。図5に示した学習手段8は、特徴ひずみによる変動の少ない変換を前もって学習により求める。

【0039】次に、上述した学習手段8における処理を具体的に説明する。図6は、図5に示した特徴ひずみに頑健な信号検出装置の動作を示すフローチャートである。このフローチャートにおいて、ステップS41からS46までの処理は、図4に示したステップS21からS26までの処理と同じである。

【0040】学習手段8では、はじめに、十分長いCDの楽曲などの音響信号を用意する。次に、この原信号と同一内容の楽曲などの音響信号で、特徴ひずみを含んだひずみ信号を複数用意する。ひずみ信号とは、例えば、携帯電話で受音した音響信号や車のエンジン音の雑音を含む音響信号などである。次に、原信号とひずみ信号から同一区間を複数切り取って信号対を作成する。原信号とひずみ信号から導かれる特徴または正規化特徴の変換出力において、信号対の級間分散を、原信号のまわりの二次モーメントを全信号対における和で割った値を評価関数とする。その評価関数が最大となるような変換係数を前もって学習する、すなわち、次の式(1)～(3)で定義される一般固有値問題の固有ベクトルを変換係数として用いる。

【0041】

【数1】

$$\dots (1)$$

【数2】

$$\dots (2)$$

【0043】

$$B = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (x_{i0} - x_{ij})(x_{i0} - x_{ij})^t \quad \dots (3)$$

【0044】ただし、Mは信号対の数、Nは特徴ひずみを含む音響信号の種類、 x_{ij} はi番目の信号対のj番目の特徴ひずみを含む音響信号の正規化特徴（列ベクトル）、 $x_{(バー)}$ はi番目の信号対中の信号の正規化特徴の平均、 x_{i0} はi番目の信号対の原音の信号の正規化特徴、 $x_{(バー)}$ は全ての正規化特徴の平均、 λ は固有値、 ϕ は固有ベクトル、tは転置を表す。前記行列の固有ベクトルを固有値の大きいものから複数求めておく。本実施形態では、従来技術であるハウスホルダー法により8個の固有ベクトルを求めた。

【0045】つまり、学習手段8は上記のように、まず学習用信号を読み込み（ステップS47）、その学習用信号を基に行列計算を行い（ステップS48）、そして

$$y_k = x^t \phi_k$$

【0048】入力特徴変換手段7は、はじめに、入力特徴正規化手段4により得られた入力正規化特徴を読み込む。次に、前記学習手段8により得られた固有ベクトルを読み込む。そして、上述した参照正規化特徴の変換と同様の変換を入力正規化特徴に対して行う（以上、ステップS51）。

【0049】変換後の処理、すなわちステップS52からS58までの処理は、図4に示したステップS29からS35までの処理と同様である。

【0050】<第4の実施形態>次に説明する第4の実施形態は、前記第3の実施形態と同様に学習手段を有する構成であるが、その学習の処理の方法が異なるものである。この第4の実施形態による信号検出装置の構成は、図5に示したものと同じである。また、その信号検出装置の動作手順も図6のフローチャートで示したものと同様である。

$$A \phi = \lambda \phi$$

【0053】

$$A = \sum_{i=1}^M (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})^t \quad \dots (6)$$

$$(\bar{x} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \bar{x}_i, \quad \bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij})$$

【0054】

$$\bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} \quad \dots (7)$$

【0055】ただし、Mは信号対の数、Nは原信号及び特徴ひずみを含む音響信号の種類、 x_{ij} はi番目の信号

50 対のj番目の特徴ひずみを含む音響信号の正規化特徴

（列ベクトル）、 $x_{(バー)}$ はi番目の信号対中の信

【数3】

• • • (3)

固有ベクトルを計算する（ステップS49）。

【0046】次に、学習手段8が求めた固有ベクトルを用いて特徴の変換を行う。参照特徴変換手段6は、はじめに、参照特徴正規化手段3により得られた参照正規化特徴を読み込む。次に、前記学習手段8により得られた固有ベクトルを読み込む。そして、固有ベクトルを用いて前記参照正規化特徴を変換する（以上、ステップS50）。なお、変換後のk番目の特徴ベクトルの要素 y_k は、次の式（4）で定義される値である。ただし、 ϕ_k はk番目の固有ベクトルである。

【0047】

【数4】

• • • (4)

【0051】次に、本実施形態特有の学習処理の方法について説明する。学習手段は、はじめに、十分長いCDの楽曲などの音響信号を用意する。次に、この原信号と同一内容の楽曲などの音響信号であって特徴ひずみを含んだひずみ信号を複数用意する。ひずみ信号とは、例えば、携帯電話で受音した音響信号や車のエンジン音の雑音を含む音響信号などである。次に、原信号とひずみ信号から同一区間を複数切り取って信号対を作成する。原信号とひずみ信号から導かれる特徴または正規化特徴の変換出力において、信号対の級間分散を評価関数とする。その評価関数が最大となるような変換係数を前もって学習する、すなわち、次の式（5）～（7）で定義される一般固有値問題の固有ベクトルを変換係数として用いる。

【0052】

【数5】

• • • (5)

【数6】

• • • (6)

【数7】

• • • (7)

号の正規化特徴の平均、 x （バー）は全ての正規化特徴の平均、 λ は固有値、 ϕ は固有ベクトル、 t は転置を表す。前記行列の固有ベクトルを固有値の大きいものから複数求めておく。本実施形態では、従来技術であるハウスホルダー法により8個の固有ベクトルを求めた。

【0056】つまり、学習手段8は上記のように、まず学習用信号を読み込み（図6のステップS47）、その学習用信号を基に行列計算を行い（同、ステップS48）、そして固有ベクトルを計算する（同、ステップS49）。

【0057】次に、学習手段8が求めた固有ベクトルを

$$y_k = x' \phi_k$$

【0059】入力特徴変換手段7は、はじめに、入力特徴正規化手段4により得られた入力正規化特徴を読み込む。次に、前記学習手段8により得られた固有ベクトルを読み込む。そして、上述した参照正規化特徴の変換と同様の変換を入力正規化特徴に対して行う。変換後の処理については、実施形態3と同様である。

【0060】上述した各実施形態の信号検出装置は、コンピュータを用いて実現される。そして、上述した参照信号読み込み、参照特徴抽出、入力信号読み込み、入力特徴抽出、参照特徴正規化、入力特徴正規化、学習、参照特徴変換、入力特徴変換、特徴間のユークリッド距離算出、最短ユークリッド距離による信号のマッチングなどの各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

【0061】なお、入力信号及び参照信号は、入力ポート等から電気信号として入力するようにする。あるいは、入力信号あるいは参照信号のいずれか一方または両方に相当するデジタルデータを予め磁気ディスク等の記録媒体に書き込んでおいて、この記録媒体からデータを読み込んで処理するようにしても良い。

【0062】また、前記各実施形態において、参照特徴計算手段1が計算した参照特徴のベクトルや、入力特徴計算手段2が計算した入力特徴のベクトルや、参照特徴正規化手段3が正規化の処理を行った参照正規化特徴のベクトルや、入力特徴正規化手段4が正規化の処理を行った入力正規化特徴のベクトルや、参照特徴変換手段6によって変換された後のベクトルや、入力特徴変換手段7によって変換された後のベクトルや、学習手段8によって求められた変換係数などのデータ、あるいはその他の必要なデータは、コンピュータが備える記憶装置にそ

用いて特徴の変換を行う。参照特徴変換手段6は、はじめに、参照特徴正規化手段3により得られた参照正規化特徴を読み込む。次に、前記学習手段8により得られた固有ベクトルを読み込む。そして、固有ベクトルを用いて前記参照正規化特徴を変換する。なお、変換後のk番目の特徴ベクトルの要素 y_k は、次の式（8）で定義される値である。ただし、 ϕ_k はk番目の固有ベクトルである。

【0058】

【数8】

$$\dots (8)$$

それぞれ書き込まれる。また、後続する各過程でこれらのデータを参照する際には前記記憶装置に書き込まれたデータがそれぞれ読み出される。

【0063】次に、この発明を適用した装置の動作実験例を示す。本発明の効果を確認するため、次のような比較実験を行った。まず入力時系列信号として12分間の音響信号を用意した。そして、その音響信号の中から無作為に200個の各5秒間の参照信号を選択した。そして、本発明を適用した場合としなかった場合とで、それぞれ上記入力時系列信号内での上記参照信号の探索を行い、その精度を比較した。

【0064】入力信号としては、あるCDの音響信号をそのまま装置に取り込んだもの、実環境中でマイクを用いて受音したもの、PHS（パーソナル・ハンディフォン・システム）で受音したもの、携帯電話で受音したものを用意した。またこれらを室内において、自動車内において、そして商店街において、それぞれ収録して用意した。

【0065】そして、信号検出装置によって最も類似した部分として出力された探索結果の再現率をもって精度とした。ここで前記再現率とは、探索されるべきもののうち探索結果として出力されたものの割合である。

【0066】上記のような実験の結果、本発明を適用しなかった場合すなわち正規化を行わなかった場合の精度は6.04%であった。正規化特徴に対して変換を行った場合すなわち本発明の第2の実施形態を用いた場合の精度は50.2%であった。また、学習結果を用いて変換を行った場合、本発明の第3の実施形態を用いた場合の精度は59.6%、本発明の第4の実施形態を用いた場合の精度は61.2%であった。このように、本発明を適用することにより、従来技術に比べて信号検出の精度が大幅に向上することが実証できた。

【0067】なお、本発明を応用することによって、例えば、実環境中に流れている音楽やCM（コマーシャルメッセージ）を携帯端末で受音し、その受音された音響信号を用いて膨大な音楽CMデータベースの中から同一の音楽やCMを検索するといったコンテンツ検索装置が

実現可能となる。また、このようなコンテンツ検索装置を、コンテンツの不正な複製や不正な再生を検出するために用いることもできる。また、音響信号だけでなく、映像信号など一般の信号の検出にも応用することができる。

【0068】以上、図面を参照してこの発明の実施形態を詳述してきたが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、参照特徴を正規化する処理により参照正規化特徴を導く参照特徴正規化過程と、入力特徴を正規化する処理により入力正規化特徴を導く入力特徴正規化過程とを有し、特徴照合過程においては、これら正規化された特徴同士を用いて類似度の計算を行うため、様々な種類の特徴ひずみに共通な方法により、特徴ひずみに頑健な信号検出を行うことが可能となる。

【0070】また、この発明によれば、参照特徴正規化過程において計算された参照正規化特徴及び入力特徴正規化過程において計算された入力正規化特徴の少なくともいざれか一方に対して所定の変換処理を行う変換過程を有するため、より一層特徴ひずみに頑健な信号�出を行うことが可能となる。

【0071】また、この発明によれば、特徴ひずみによる変動の少ない特徴への変換を前もって学習処理によって求める学習過程を有しており、変換過程においては学習処理の結果得られる変換を用いて変換処理を行うため、より一層特徴ひずみに頑健な信号検出を行うことが可能となる。

【0072】これらにより、例えば映像信号や音響信号など、時系列信号において特定の信号と類似の部分を探

索する場合に、探索精度を向上させることが可能となり、例えば、データベースの中から特定の音楽やCMや映像などを検索するコンテンツ検索装置の検索精度を向上させることが可能となる。

【0073】また、特に、複数の特徴ひずみに対しても一つの参照特徴で信号検出を可能とした点、注目領域全体のパワーを用いて正規化する方法に比べて周波数特性の変化にも対応可能にした点などにおいて、本願発明の技術は従来技術よりも飛躍的に進歩している。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態による信号検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の第1の実施形態による信号検出装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図3】この発明の第2の実施形態による信号検出装置の構成を示すブロック図である。

【図4】この発明の第2の実施形態による信号検出装置の動作手順を示すフローチャートである。

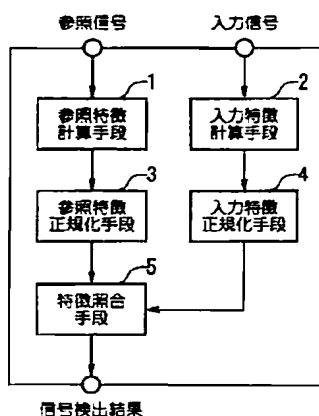
【図5】この発明の第3および第4の実施形態による信号検出装置の構成を示すブロック図である。

【図6】この発明の第3および第4の実施形態による信号検出装置の動作手順を示すフローチャートである。

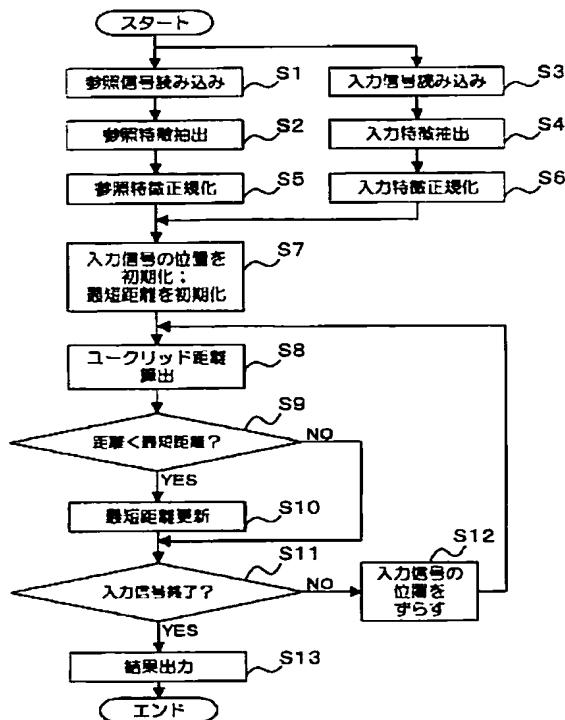
【符号の説明】

- 1 参照特徴計算手段
- 2 入力特徴計算手段
- 3 参照特徴正規化手段
- 4 入力特徴正規化手段
- 5 特徴照合手段
- 6 参照特徴変換手段
- 7 入力特徴変換手段
- 8 学習手段

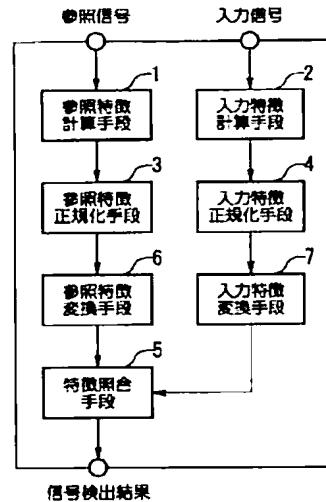
【図1】



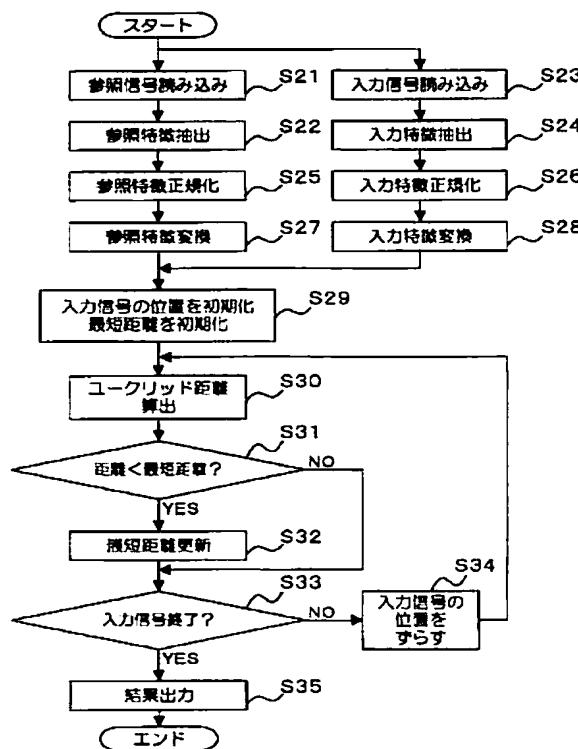
【図2】



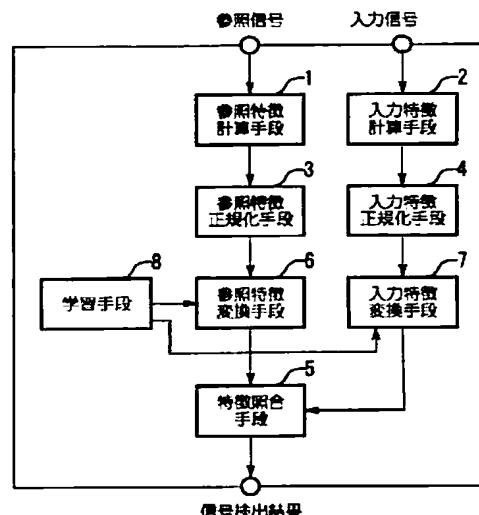
【図3】

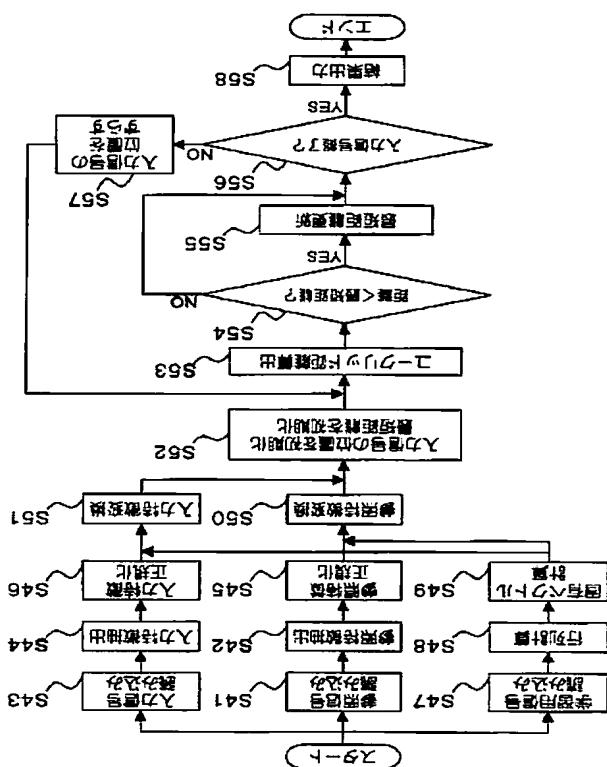


【図4】



【図5】





【図6】

が所望の性能を得られるように適宜決定することができる。第1面及び第2面のそれぞれが、同じ曲率中心を有する球面状でもよいし、非球面形状でもよい。

投影光学系PLの像面側の開口数NAは以下の式で表される。

$$NA = n \cdot \sin \theta \quad \dots \quad (1)$$

ここで、nは液体LQの屈折率であり、θは収束半角である。また、解像度Ra、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

$$Ra = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots \quad (2)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、λは露光波長、k₁、k₂はプロセス係数である。このように、高い屈折率(n)を有する液体LQによって開口数NAを約n倍にすることで、(2)式、(3)式より、解像度及び焦点深度を大幅に向上することができる。

また、最終光学素子LS1の屈折率以上の投影光学系PLの開口数NAを得ようとした場合、最終光学素子LS1の基板Pと対向する第2面が光軸AXとほぼ垂直な平坦面であると、露光光ELの一部が、最終光学素子LS1と液体LQとの界面(すなわち第2面)で全反射して、投影光学系PLの像面まで到達することができない。例えば、最終光学素子LS1の屈折率をn₃、液体LQの屈折率をn₄、最終光学素子LS1と液体LQとの界面(第2面)へ入射する露光光ELの最外の光線の光軸AXに対する角度をθ₃、その界面から射出する(液体LQへ入射する)最外の光線の光軸AXに対する角度をθ₄とすると、スネルの法則により以下の式が成立する。

$$n_3 \sin \theta_3 = n_4 \sin \theta_4 \quad \dots \quad (4)$$

また、投影光学系PLの開口数NAは、液体LQの屈折率n₄、液体LQへ入射する最外の光線の光軸AXに対する角度θ₄を使うと次式で表される。

$$NA = n_4 \sin \theta_4 \quad \dots \quad (5)$$

(4)、(5)式より以下の式が成立する。

$$\sin \theta_3 = NA / n_3 \quad \dots \quad (6)$$

したがって、(6)式からも明らかのように、最終光学素子LS1と液体LQとの界面(第2面)が光軸AXとほぼ垂直な平坦面であって、投影光学系PLの開口数NAが最終光学素子LS1の屈折率n₃よりも大きい場合には、露光光ELの

一部が液体LQに入射することができない。これに対して、本実施形態の最終光学素子LS1の第2面は凹面2を有しているので、投影光学系PLの開口数NAが、最終光学素子LS1の屈折率n₃よりも大きい場合であっても、露光光ELの最外の光線は像面まで良好に到達することができる。

液体LQとしては、例えばイソプロパノール及びグリセロールといったC-H結合又はO-H結合を持つ所定液体、ヘキサン、ヘプタン、デカン等の所定液体(有機溶剤)、デカリニン、バイサイクロヘクシル等の所定液体が挙げられる。あるいは、これら所定液体のうち任意の2種類以上の液体が混合されたものであってもよいし、純水に上記所定液体が添加(混合)されたものであってもよい。あるいは、液体LQとしては、純水に、H⁺、Cs⁺、K⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、PO₄²⁻等の塩基又は酸を添加(混合)したものであってもよい。更には、純水にA1酸化物等の微粒子を添加(混合)したものであってもよい。これら液体LQは、ArFエキシマレーザ光を透過可能である。また、液体LQとしては、光の吸収係数が小さく、温度依存性が少なく、投影光学系PL及び/又は基板Pの表面に塗布されている感光材に対して安定なものであることが好ましい。

また、最終光学素子LS1は、例えば石英(シリカ)で形成することができる。あるいは、フッ化カルシウム(蛍石)、フッ化バリウム、フッ化ストロンチウム、フッ化リチウム、及びフッ化ナトリウム等のフッ化化合物の単結晶材料で形成されてもよい。更に、最終光学素子LS1は、ルテチウムアルミニウムガーネット(LuAG)で形成されてもよい。また、光学素子LS2～LS7を、上述の材料で形成することができる。また、例えば光学素子LS2～LS7を蛍石で形成し、光学素子LS1を石英で形成してもよいし、光学素子LS2～LS7を石英で形成し、光学素子LS1を蛍石で形成してもよいし、光学素子LS1～LS5の全てを石英(あるいは蛍石)で形成してもよい。また、最終光学素子LS1を含む投影光学系PLの光学素子として、石英及び蛍石よりも屈折率が高い(例えば1.6以上)材料を用いてもよい。例えば、国際公開第2005/059617号パンフレットに開示されているような、サファイア、二酸化ゲルマニウム等を用いて投影光学系の光学素子を形成することができる。あるいは、国際公開第2005/059618号パンフレットに開示されているような、塩化カリウム